

Manajemen Server Jaringan Komputer Berbasis Teknologi Virtualisasi Menggunakan Proxmox

¹Hendi Suhendi, ²Indra Nurdiyana

¹Universitas BSI
e-mail: hendi.hnh@bsi.ac.id

Universitas BSI
e-mail: indra_N@gmail.com

Abstrak

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh penulis, terdapat dua buah mesin server yang memiliki *resources* yang kurang baik karena menggunakan *personal computer* dengan spesifikasi bukan untuk server, sehingga tidak bisa melayani *client* dengan baik. Selain itu tidak terdapat server pusat penyimpanan data untuk berbagi data. Solusi untuk permasalahan *resources* server adalah mengganti dengan satu unit PC Server dengan spesifikasi yang tinggi. Dan dikarenakan terdapat dua buah server maka metode yang digunakan untuk masalah ini adalah Teknologi Virtualisasi. Semua mesin server tersebut dibangun dalam teknologi virtualisasi dengan menggunakan Proxmox. Proxmox adalah software open source untuk menjalankan *Virtual Machine*. Dengan proxmox dapat meminimalisir penggunaan *hardware* dan memudahkan dalam maintenance karena menggunakan Web Base Management untuk pengaturannya. Dan dengan dibangunnya server pusat data untuk penyimpanan data nilai dan berbagi data maka akan memberikan kemudahan dalam melakukan pekerjaan. Manfaat dari penelitian ini untuk mengefesienkan waktu dan biaya dalam *maintenance server* serta penggunaan *resource* secara optimal.

Kata Kunci: Virtualisasi, Proxmox, Server.

Abstract

Based on research conducted by the authors, there are two server machines that have less resources well as using personal computer with a specification is not for the server, so it can not serve clients well. In addition, there is no central server data storage for data sharing. The solution to the problem is to replace the server resources with one unit of PC servers with high specification. And because there are two servers, the method used for this problem is Virtualization Technology. All machines are built in server virtualization technology by using Proxmox. Proxmox is open source software for running Virtual Machine. With proxmox can minimize the use of hardware and ease in maintenance due to using the Web Base Management for the organization. And with the construction of a data center server for data storage and sharing of data values.

Keywords: Virtualization, Proxmox, Server.

1. Pendahuluan

Berdasarkan pengamatan dari Tony Iams, analis senior di D.H. Brown Associates Inc, NY, server di sebagian besar organisasi hanya menggunakan 15-20% dari kapasitas sesungguhnya, tentu saja angka tersebut merupakan rasio yang jauh dari ideal. Dengan melihat potensi processor yang mempunyai inti lebih dari satu, dapat kita manfaatkan untuk menjalankan aplikasi – aplikasi dan

services secara bersamaan menggunakan teknik virtualisasi pada komputer server. Teknologi virtualisasi server ini bertujuan untuk menghindari pemborosan daya proses yang mahal atau dengan kata lain meningkatkan efisiensi serta mengoptimalkan penggunaan processor berinti lebih dari satu. Penghematan lain adalah biaya listrik karena hanya menggunakan satu atau sedikit server saja. Pada saat ini banyak sekali metode

perancangan virtualisasi server dengan tipe *cluster high availability*, antara lain menggunakan proxmox, karena proxmox merupakan *softwareopensourceVirtualization Platform* untuk menjalankan *Virtual Appliance* dan *Virtual Machine*. Proxmox VE adalah distro khusus yang didedikasikan secara khusus sebagai mesin *host* virtualisasi sistem dan memuat 2 teknologi virtualisasi, yaitu KVM dan OpenVZ Proxmox VE menggunakan *Container Virtualization*. *Container Virtualization*(OpenVZ) merupakan teknologi yang disarankan untuk menjalankan server linux. OpenVZ membuat beberapa *container* yang *secure* dan terisolasi (disebut juga CT,VE atau VPS). Setiap *Container* melakukan dan mengeksekusi persis seperti layaknya sebuah *stand alone server*, sebuah *container* dapat di-*reboot* secara independen dan memiliki akses *super user*, *IP address*, memori, proses,file, aplikasi, *system library* dan konfigurasi tersendiri. Untuk lebih mengoptimalkan server, maka dibangun juga manajemen user dengan teknologi LDAP. LDAP dalam sebuah lingkungan jaringan biasanya menyimpan *credentials* dalam sebuah server terpusat atau dalam sebuah direktori. Sistem berbasis direktori harus menyediakan kemampuan yang tinggi dengan mereplikasi penyimpanan *credential*. Untuk menyediakan fleksibilitas yang lebih baik, sebuah *single sign on* harus menyediakan baik server terpusat dan metode dari penyimpanan *credential*. *Lightweight Directory Access Protocol (LDAP)* didesain untuk meng-*update* dan mencari direktori yang berjalan lewat jaringan TCP/IP. Banyak pengembang seperti Microsoft dengan *Active Directory*, Novell dengan Novell® eDirectory™ dan Netscape dengan *Netscape Directory Server* semua telah mengambil LDAP sebagai sebuah standar untuk direktori servis. Karena penggunaan yang luas dari LDAP direktori, sebuah produk *single sign on* harus menyediakan dukungan *built-in* untuk LDAP sehingga produk ini dapat bekerja secara efektif dengan infrastruktur modern seperti sekarang, Novell Inc dalam Rudy,dkk. 2012) Berdasarkan observasi yang dilakukan penulis, sejumlah mesin server di SMKN 8 Bandung memiliki *resources* yang kurang baik. Beberapa mesin server masih menggunakan *personal computer (PC)* desktop yang di manfaatkan menjadi server. Sumber daya perangkat keras yang disediakan oleh mesin-mesin server tersebut belum digunakan secara optimal sehingga

penambahan mesin-mesin server baru merupakan langkah yang tidak efisien. Dalam organisasi dapat dikatakan terdapat pemborosan karena melakukan pengeluaran untuk sumber daya perangkat keras yang sebagian besar tidak terpakai.

Berdasarkan fakta-fakta yang telah disebutkan sebelumnya, SMKN 8 Bandung membutuhkan infrastruktur server yang fleksibel sehingga dapat diandalkan oleh instansi. Fleksibilitas dalam konteks penelitian ini diukur berdasarkan pemanfaatan mesin server yang *dedicated* untuk menggantikan yang kurang *dedicated*. Alokasi *resourceshardware* berupa prosesor dan memori dapat disesuaikan dengan beban kerja sehingga *rosoureshardwareserver* menjadi optimal. Infrastruktur tersebut didesain dan diimplementasikan dengan virtualisasi server.

2. Metode Penelitian

Metode untuk melakukan penelitian ini sangat penting, sebab mencakup bagaimana cara pemecahan masalah yang sedang dihadapi. Metode yang digunakan penulis adalah :

Analisa Penelitian

Analisa Kebutuhan

Mencari dan mempelajari aplikasi – aplikasi pendukung, seperti :

- 1) Microsoft Visio 2007
- 2) Turnkey Domain Control
- 3) Linux Debian

Desain

Pada tahapan desain, penulis mendesain dan menggambarkan arsitektur sistem yang dibangun dan topologi yang berjalan.

Testing

Dalam tahap ini penulis akan menguji bagaimana kinerja dua buah mesin server setelah di virtualisasikan ke dalam satu unit pc server, sehingga penulis dapat mengetahui gambaran umum bagaimana optimalisasi pada sistem yang dibuat oleh penulis.

Implementasi

Pada tahap ini, rancangan sistem yang telah dibuat ditahap desain oleh penulis akan di implementasikan

3. Pembahasan

3.1. Spesifikasi Hardware dan Software

Tabel 1. Spesifikasi Hardware

Type	Spesifikasi	Merk	Qty
ADSL 2+	IEEE 802.3, 802.3u, ITU-T G.992.5, 4 10/100Mbps RJ45 Ports, 1 RJ11 Port	TP-Link (TD-8840T)	1 Unit
Switch	1610/100Mbps RJ45	TP-Link	2 Unit

	Ports AUTO Negotiation/AUTO MDI/MDIX	(TL- SF1016D)	
Switch	24 10/100Mbps RJ45 Ports (Auto Negotiation/Auto MDI/MDIX) 10BASE-T: UTP category 3, 4, 5 cable (maximum 100m) 100BASE-TX: UTP category 5, 5e or above cable (maximum 100m)	TP-Link (TL- SF1024D)	2 Unit
Wireless	One 10/100M Ethernet, Port(RJ45) Support Passive PoE IEEE 802.11g, IEEE 802.11b	TP-Link (TL- WA5110G)	2 Unit
Wired	UTP Cat5 100Mbps	Belden USA	-
PC	Intel Pentium 4 Dualcore, 1gb Ram, 250 GB Harddisk, Monitor LCD 19 Inch Advance	-	8 Unit
PC	Intel Pentium 4 Dualcore, 512 Ram, 40Gb Harddisk, Monitor CRT 17 Inch	Dell	20 Unit Labko m A
PC	Intel Core I3, 1Gb Ram, 250Gb Harddisk, Monitor LED 19 Inch	AXIOO	20 Unit Labko m B
PC	Intel Pentium 4 Dualcore, 4Gb Ram, 500 Gb Harddisk, Monitor LCD 19 Inch Acer	-	2

Tabel 2. Spesifikasi Software

Jenis Software	Spesifikasi	Keterangan
Sistem Operasi	Windows XP Sp 2	Licensi
Sistem Operasi	Windows 7 Ultimate	Licensi
Sistem Operasi	Windows Server 2003	-
Aplikasi Monitoring	VNC Server	Free
Aplikasi Office	Microsof Office 2007	Licensi

3.2. Permasalahan Sistem Jaringan

Permasalahan yang terdapat pada jaringan pada objek penelitian adalah :

- Pemborosan dalam penggunaan komputer desktop yang digunakan untuk dua buah server, karena seharusnya bisa dibangun dan dijalankan dalam satu unit server dengan teknologi virtualisasi.
- Komputer yang dijadikan server saat ini tidak sesuai dengan spesifikasi komputer server, karena masih menggunakan komputer desktop.

- Belum adanya fasilitas penyimpanan data terpusat sebagai media pertukaran dan penyimpanan data untuk pengguna staff kepegawaian dan guru-guru. Sehingga media penyimpanan dan pertukaran masih menggunakan *flashdisk*.

3.3. Alternatif Pemecahan Masalah

- Membangun server dengan menggabungkan fungsi dari kedua server yang ada saat ini kedalam satu unit server fisik saja.
- Mengganti kedua komputer *desktop* yang digunakan sebagai komputer server dengan komputer yang sesuai dengan spesifikasi komputer server
- Memvirtualisasikan beberapa server kedalam satu unit server fisik menggunakan proxmox untuk mengefisienkan biaya pembangunan server.
- Dibangunnya server data terpusat sebagai media *sharing* dan penyimpanan data.

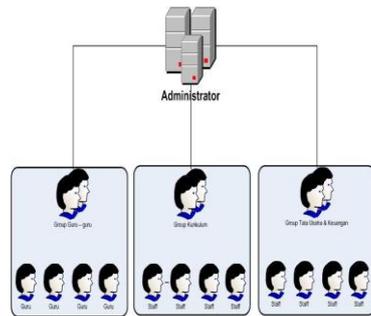
3.4. Manajemen Jaringan Usulan

Pada bagian ini penulis membahas manajemen jaringan usulan sebagai penerapan sistem yang akan dibangun. Manajemen jaringan yang akan diusulkan mencakupi topologi jaringan usulan, skema jaringan usulan, perancangan sistem serta keamanan jaringan sebagai solusi dari permasalahan jaringan komputer yang ada di objek penelitian

3.5. Topologi Jaringan

Penulis mengusulkan untuk tetap menggunakan topologi jaringan yang sedang berjalan di objek penelitian yaitu topologi *extended star* dan memvirtualisasikan dua unit mesin server yang telah dibangun dengan PC Desktop kedalam satu unit PC Server dengan spesifikasi sesuai kebutuhan mesin server. Sehingga dapat mengurangi penggunaan komputer desktop di objek penelitian.

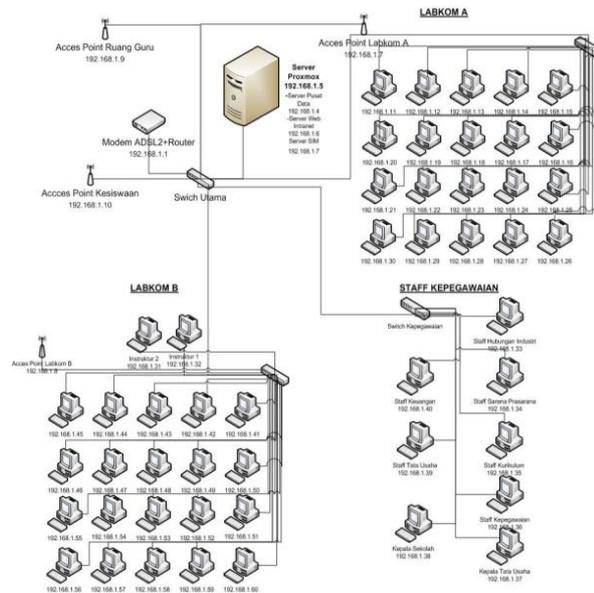
Dibawah ini adalah topologi jaringan usulan yang di *upgrade* posisi peletakan Komputer Server. Yang sebelumnya mengambil titik dari *switch hub* labkomp A menjadi langsung dari *switch hub* utama. Hal ini dimaksudkan supaya proses pengiriman data lebih cepat.



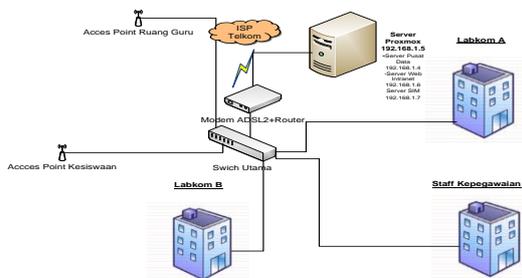
Gambar 1. Topologi Jaringan Usulan

3.6. Skema Jaringan

Konsep skema jaringan ini adalah memvirtualisasikan dua unit mesin server kedalam satu unit fisik *server* menggunakan Proxmox. Kemudian ditambah satu mesin server sebagai server pusat data. Dimana server-server yang telah ada dapat berjalan diatas proxmox dan dioperasikan melalui *web browser*.



Gambar 3 Skema Domain Control SMK Negeri 8 Bandung



Gambar 2. Skema Jaringan Usulan

3.7. Keamanan Jaringan

Berdasarkan uraian permasalahan maka diperlukan keamanan yang cukup. Solusi untuk keamanan pada server inti atau proxmox menggunakan IP Tables dengan menutup *port* ICMP untuk menghindari serangan *ping*.

```
#-A INPUT -p icmp --icmp-type echo-request -j drop
```

Dan untuk keamanan pusat data adalah dengan konsep LDAP (*lightweight directory access protocol*). Objek penelitian Cara kerja dari konsep LDAP disini adalah :

Komputer *client* di *joint domainkan* ke komputer *server* pusat data yang telah diinstall *key domain control*. Di komputer *server* pusat data dibuat *users* dan *group* sesuai bidang.

Komputer *client* bisa *login* sesuai data *users* yang telah didaftarkan jika belum didaftarkan, *users* tidak bisa *login* dan mengakses pusat data.

Dibawah ini adalah skema LDAP *Domain Control* :

Setiap bagian memiliki seorang kepala bidang yang berfungsi mengawasi sub – sub bagian. Gambar di atas menunjukan bahwa seorang kepala organisasi berkuasa penuh dalam pengaturan prosedur kerja maupun kebijakan penggunaan informasi di SMKN 8 Bandung dan di tujuan kepada administrator sebagai pelaksana kepada bidang-bidang atas kebijakan dari Kepala Organisasi. Manajemen dibuat agar setiap *User* maupun *Staff* berfokus kepada profesi dan penggunaan informasi pada bidang yang dikerjakannya. Sehingga mengurangi ancaman apabila ada seorang user yang tidak bertanggung jawab ingin mengambil maupun merubah informasi dari bidang yang lainnya. Jika ada *user* yang ingin mengetahui informasi pada bidang yang lain, maka *user* tersebut harus meminta izin kepada kepala bidang dan diteruskan kepada Administrator. Ini merupakan prosedur kerja atas penggunaan data di SMKN 8 Bandung. Administrator mengelompokkan *user* atau *staff* pada bidang tertentu sebagaimana profesi yang dikerjakan oleh *user* tersebut dan mengatur hak akses kepemilikan file maupun pembatasan penggunaan *bandwidth* untuk mengakses informasi melalui jaringan Internet.

3.8. Pengujian Jaringan

Pada tahap ini penulis membahas mengenai proses pengujian dan instalasi aplikasi pada mesin server. Pada bagian ini dibahas tahap-tahap proses konfigurasi server yang langsung diimplementasikan pada unit servernya.

1. Pengujian awal

Monitoring Jaringan dari proses kerja *Processor* dan dari *Network MonitoringSystem* pada gambar berikut ini, ditampilkan grafik lalu lintas data keluar masuk *Core Switch* pada *interface* yang disediakan proxmox. Pengujian ini dilakukan ketika mesin-mesin *server* yang ada didalam proxmox belum diaktifkan. Garis biru adalah proses *netin* dan garis merah *netout*



Gambar 4. Proses Kerja *Processor*

Gambar diatas adalah grafik dari kinerja *processor*. Dari jam 01:00 sampai dengan jam 01:50 rata-rata kinerja *processor* di angka 0.1Ghz dalam keadaan *idle*.



Gambar 5. *Network Traffic Proxmox*

Gambar diatas merupakan grafik lalu lintas data pada jam 01:00 sampai dengan jam 02:00.

3.9. Pengujian Jaringan Akhir

pengujian jaringan akhir dilakukan ketika ketiga *server* yang ada didalam proxmox diaktifkan, kemudian dilakukan *ping* dengan beban 50000 *bytes* kesemua *server*.

1. *Server Intranet*

Pengujian *server intranet* menggunakan *ping* dengan beban 50000 *Bytes*.

```
C:\Windows\system32\cmd.exe - ping 192.168.1.6 -l 50000
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=149ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=153ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=155ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=156ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=159ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=158ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=161ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=173ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=162ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=177ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=184ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=131ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=177ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=128ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=99ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=103ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=93ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=97ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=88ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=113ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=99ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=113ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=88ms TTL=64
Reply from 192.168.1.6: bytes=50000 time=86ms TTL=64
```

Gambar 6. Proses *Ping Server Intranet* Dengan Beban 50000 *Bytes*



Gambar 7. Proses *Monitoring* Lalu Lintas Data Pada *Server Intranet*

Gambar di atas menunjukkan proses lalu lintas data ketika dilakukan pengujian dengan *ping*.

2. *Server Data Center*

Dibawah ini merupakan pengujian *server data center* dengan dilakukan *ping*.

```
C:\Windows\system32\cmd.exe - ping 192.168.1.13 -l 50000
Reply from 192.168.1.13: bytes=50000 time=121ms TTL=64
Reply from 192.168.1.13: bytes=50000 time=137ms TTL=64
Reply from 192.168.1.13: bytes=50000 time=96ms TTL=64
Reply from 192.168.1.13: bytes=50000 time=124ms TTL=64
Reply from 192.168.1.13: bytes=50000 time=136ms TTL=64
Reply from 192.168.1.13: bytes=50000 time=127ms TTL=64
Reply from 192.168.1.13: bytes=50000 time=107ms TTL=64
Reply from 192.168.1.13: bytes=50000 time=112ms TTL=64
Reply from 192.168.1.13: bytes=50000 time=80ms TTL=64
Reply from 192.168.1.13: bytes=50000 time=129ms TTL=64
Reply from 192.168.1.13: bytes=50000 time=108ms TTL=64
Reply from 192.168.1.13: bytes=50000 time=108ms TTL=64
Reply from 192.168.1.13: bytes=50000 time=107ms TTL=64
Reply from 192.168.1.13: bytes=50000 time=106ms TTL=64
Reply from 192.168.1.13: bytes=50000 time=119ms TTL=64
Reply from 192.168.1.13: bytes=50000 time=108ms TTL=64
Reply from 192.168.1.13: bytes=50000 time=100ms TTL=64
Reply from 192.168.1.13: bytes=50000 time=86ms TTL=64
```

Gambar 8. Proses *Ping Server Data Center* Dengan Beban 50000 *Bytes*



Gambar 9. Proses *Monitoring* Lalu Lintas Data Pada Server Data Center

Gambar di atas menunjukkan proses lalu lintas data ketika dilakukan pengujian dengan ping yang diberi beban 50000 bytes.

3. Server SIM (Sistem Informasi Manajemen)

Pengujian server Sistem Informasi Manajemen menggunakan *ping* dengan beban 50000 Bytes.

```

C:\Windows\system32\cmd.exe - ping 192.168.1.20 -t -l 50000
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=64ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=84ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=68ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=72ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=106ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=96ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=70ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=57ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=61ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=72ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=125ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=129ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=155ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=184ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=123ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=115ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=96ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=119ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=110ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=149ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=151ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=140ms TTL=64
Reply from 192.168.1.20: bytes=50000 time=117ms TTL=64
  
```

Gambar 10. Proses *Ping* Server SIM Dengan Beban 50000 Bytes



Gambar 11. Proses *Monitoring* Lalu Lintas Data Pada Server Data Center

Gambar di atas menunjukkan proses lalu lintas data ketika dilakukan pengujian dengan *ping* yang diberi beban 50000 bytes. Ketika semua server berjalan bersamaan kemudian dilakukan pengujian menggunakan *Ping* dengan beban 50000 bytes, aktifitas server proxmox meningkat. Kinerja processor masih tetap stabil tetapi lalu lintas data meningkat ditunjukkan dengan *monitoringserver*. Berikut

adalah grafik *monitoring* dari kerja Processor dan lalu lintas data pada network.



Gambar 12. Proses Kerja Processor

Grafik diatas merupakan grafik dari kinerja processor dari jam 07:30 sampai jam 08:00 ketika mereply yang ditujukan ke tiga server dengan beban masing-masing server 50000 bytes, tetapi kinerja processor tetap stabil diantara 0.2 – 0.8 Ghz.



Gambar 13. Network Traffic Proxmox

Sedangkan grafik diatas adalah grafik lalu lintas data network ketika semua mesin server sedang dilakukan pengujian dengan *ping*. Grafik teringginya mencapai 170 kbytes. Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Pengurangan biaya investasi hardware
2. Kemudahan Backup & Recovery
3. Kemudahan Deployment
4. Kemudahan dalam standarisasi Hardware

4. Kesimpulan

Dengan digantinya komputer server yang ada menggunakan komputer server yang berspesifikasi tinggi dan sesuai kebutuhan server membuat kinerja pelayanan server lebih stabil. Implementasi teknologi virtualisasi dapat mengurangi pemborosan penggunaan komputer karena satu unit komputer server menjalankan tiga mesin server virtual yang berjalan secara bersamaan. Penerapan virtualisasi server akan mempermudah proses

maintenance dan *recovery* karena hanya berfokus pada satu *hardware server* saja. Pembangunan server data terpusat mempermudah untuk pengumpulan data nilai. *Data Center* juga bermanfaat untuk berbagi data dengan guru lainnya melalui folder yang bisa diakses semua *user*. Konsep LDAP yang diterapkan pada server pusat data sudah cukup handal untuk digunakan sebagai sistem keamanan terhadap data-data yang tersimpan.

Dari penelitian yang penulis lakukan, saran yang dapat penulis sampaikan yaitu : Penambahan keamanan server dapat menggunakan aplikasi lainnya. Untuk konsep Virtualisasi dapat diterapkan untuk sistem server yang lainnya. Untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan implementasi VPS (*Virtual Private Server*) untuk proses pembelajaran dan teknologi virtual dapat lebih dioptimalkan, dalam instansi yang mempunyai anggaran biaya sedikit dalam pengembangan server.

Referensi

Azikin, Askari. (2011). *Debian GNU/Linux*. Bandung: Informatika.

Handayana, Wilfridus, B. T., Bernard Renaldy Suteja & Ahmad Ashari. (2008). *Linux System Administrator*. Bandung: Penerbit Informatika.

Kusuma, I Gede Chandra. (2012). Perancangan Dan Implementasi LDAP Pada LTSP Dan Terintegrasi Dengan Zimbra LDAP. Diambil dari :<http://ojs.unud.ac.id/index.php/JLK/article/view/4896>. (25 April 2014)

Sofana, Iwan. (2008). *Membangun Jaringan Komputer*. Bandung: Informatika.

Sugeng, Winarno. (2010). *Jaringan Komputer Dengan TCP/IP*. Bandung: Penerbit Modula.

Suryono, Tito, dan Afif, Mohammad Faruq. (2012). Pembuatan Prototype *Virtual Server* Menggunakan *ProxmoxVe* Untuk Optimalisasi *Resource Hardware* Di *Noc* Fkip Uns. Diambil dari <http://journal.ijns.org/index.php/ijns/article/view/10> . (24 April 2014)

Tim Wahana Komputer. (2005). *Panduan Lengkap Pengembangan Jaringan Linux*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Zaida, E. (2013). *Kupas Tuntas Teknologi Virtualisasi*. Yogyakarta: ANDI.